

COLECCIÓN PRIMEROS PASOS 

Director de la colección

Marco Raúl Mejía



Ediciones
desde abajo

Significado e impacto social de las ciencias de la complejidad

Carlos Eduardo Maldonado

Ediciones desde abajo

ISBN: 978-958-8454-66-5

Diseño y diagramación: Difundir Ltda.

Carrera 16 N° 57-57, telf.: 2127397 - 346 6240

Bogotá, D.C. - Colombia

Impresión Linotipia Bolívar

El conocimiento es un bien de la humanidad. Todos los seres humanos deben acceder al saber, cultivarlo es responsabilidad de todos. Se permite la copia, de uno o más artículos completos de esta obra o del conjunto de la edición, en cualquier formato, mecánico o digital, siempre y cuando no se modifique el contenido de los textos, se respete su autoría y esta nota se mantenga.

Significado e impacto social de las ciencias de la complejidad

Carlos Eduardo Maldonado
Profesor Titular
Universidad del Rosario

Para Lala, Toto y Mona

Índice

Introducción	9
El carácter de la ciencia, hoy.....	12
La comunidad académica y la comunidad científica	18
Las ciencias de la complejidad	19
¿Qué significa pensar en el sentido de las ciencias de la complejidad?.....	31
La complejidad tiene implicaciones sociales, y políticas.....	44
Tres tipos de sistemas sociales.....	54
Un aspecto de la ciencia de punta actual: la computación	57
Addenda: I	65
Addenda: II.....	66
Referencias bibliográficas	68

Introducción

Este texto implica una idea básica, a saber: un proceso de (permanente) actualización del conocimiento, dados los vertiginosos ritmos en los que éste se produce en el mundo actual. No asumo que el lector se encuentre necesariamente familiarizado con todos y cada uno de los aspectos mencionados en este libro. Por ello remito a la bibliografía incluida al final la cual tiene la intención básica de suministrar puntos de referencia para algunos de los aspectos más técnicos que se encuentran en la base de este texto.

Las ciencias de la complejidad no son ciencia de todo: esto es, no todas las cosas y fenómenos son complejos. De hecho, una teoría que lo explica todo no explica nada. Por el contrario, las ciencias de la complejidad son ciencia de aquellos fenómenos, comportamientos y sistemas que *ya no* pueden ser entendidos y resueltos con las herramientas –conceptuales, matemáticas, físicas, y otras– de la ciencia clásica, esto es, de la ciencia normal.

No es posible extraer todos y cada uno de los significados y alcances sociales de una ciencia en general, y tanto menos de un campo tan vivo y prolífico –¡y joven!– como las ciencias de la complejidad. Por esta razón se presentan aquí solamente los rasgos generales más destacados que permiten una solida apropiación social acerca del impacto de las ciencias de la complejidad para la sociedad, en el mundo actual.

Las ciencias de la complejidad son ciencia de punta, sin la menor duda. Su atractivo y su dificultad estriban justamente en este rasgo. Como sucede siempre en la historia, una de las dificultades frente a la investigación de punta es el lenguaje. Pero también el hecho de que la ciencia contemporánea es alta y crecientemente contraintuitiva. Pero, más radicalmente, se trata del hecho de que es ciencia que implica una auténtica revolución –en toda la línea de la palabra, y que, por tanto, exige una puesta al día, estudio, y una apertura de mente para la misma.

Pues bien, no obstante su novedad, mejor: precisamente por la innovación que implican es fundamental atender a las consecuencias, los alcances, el impacto y el significado social y político que estas nuevas ciencias implican o acarrear. Este es justamente el vector que define este pequeño libro.

Hay un tema sensible, en ciencia, en lógica y en filosofía. Se trata de las distinciones entre lo que sea y no sea trivial. Una manera básica de entender estas diferencias es mediante las siguientes aclaraciones:

Es trivial una relación directa; no son triviales relaciones indirectas, por analogía, y otras. Es trivial el uso de herramientas –de distinto tipo– de uso habitual; no es trivial el desarrollo y uso de nuevas herramientas –de distinta índole– cuando es posible y necesario. Es trivial el recurso a afirmaciones universales (“todo(s)”, “nunca”, “ninguno”, “nadie”, etcétera); no

es trivial el uso de afirmaciones particulares, singulares incluso (“algún”, “un(a)”, “a veces”, etcétera). Es trivial el empleo de inferencias o implicaciones directas; es no-trivial el recurso a implicaciones indirectas, por ejemplo por coligación, por reconstrucción, por diferencia, por desigualdad, por homología, y otras más.

En consecuencia, el significado y el impacto social y/o político de una ciencia no es nunca un asunto trivial. No se trata de una simple transposición de un dominio dado del conocimiento a otro o a sus derivaciones prácticas o sus implicaciones de índole social en cualquier sentido de la palabra. En este sentido, el tema no es aquí el de hacer inferencias de tipo directo, o traducciones, acaso, de tipo literal de una escala de la realidad (la científica) a otra (la social). Antes bien, la invitación aquí es, para decirlo de manera franca, la de involucrarnos en una revolución en curso, en este caso, en una revolución científica, filosófica, cultural. La tragedia en ciencia como en la vida es que, a veces, algunos se encuentran con las razones equivocadas en el bando correcto. En otras situaciones, otros, en ocasiones, con las razones correctas se encuentran en el bando equivocado. Ideal, exortativamente, se trataría que estuviéramos, con las razones correctas, en el bando correcto. Pues bien, sin la menor duda, nos encontramos en medio de una revolución científica de la mayor envergadura. Este libro quiere contribuir a que varios, muchos, estemos con las razones correctas en el bando correcto.

El carácter de la ciencia, hoy

La ciencia tiene consecuencias sociales y políticas, no cabe la menor duda; directa o indirectamente. Es más, existe la historia interna de la ciencia y la historia externa de la ciencia. Aquella consiste en los debates acerca de las teorías y modelos, los experimentos, la lógica y los métodos; esta otra, por su parte, se ocupa de las condiciones sociales del desarrollo de las teorías, de la impronta cultural de un modelo, en fin, de los alcances políticos de la ciencia, o también de las condiciones y circunstancias que hacen que una teoría triunfe o fracase en un momento determinado, o cómo es posible que alguien hubiera tenido una genialidad determinada y cómo el entorno y el resorte familiar y social permiten o dificultan la emergencia de grandes pensadores, descubridores o inventores, por ejemplo. Esta distinción, en tiempos recientes ha sido claramente establecida gracias a la filosofía de la ciencia en general y a I. Lakatos en particular.

La ciencia es un fenómeno que, dado el desarrollo del conocimiento en el mundo de hoy, puede ser explicada con base en seis aspectos, así:

- *La historia y la filosofía de la ciencia.* Esta se ocupa de estudiar el rigor, el formalismo, la lógica y la metodología de las investigaciones científicas, y se ocupa de dos planos: la historia general de la ciencia y la historia de ciencias particulares, tales como la historia y filosofía de la biología, o

de las matemáticas, o de la economía, y así sucesivamente.

- *La epistemología.* Se encarga de estudiar criterios de demarcación entre lo que es ciencia y lo que no lo es, entre disciplina, ciencia, práctica, artes y saberes. Se trata de una reflexión acerca del estatuto cognitivo de una ciencia y disciplina y sus relaciones con otras.
- *La sociología de la ciencia.* Trata de las condiciones y el resorte social de la ciencia en general, o de un científico en particular, y el entronque y relaciones entre ambos y la sociedad en general; por ejemplo, con aspectos sociales y culturales, pero también con el sector público o gubernamental, y el sector privado; la sociología de las ideas constituye aquí un capítulo importante.
- *La psicología del descubrimiento científico.* Estudia cómo es posible que un gran pensador, inventor o descubridor hubiera llegado a ser lo que fue; y acaso, por vía de contraste, por qué razones alguien más no logró tener el acierto, el reconocimiento o el prestigio de alguien más. Para ello, la psicología del descubrimiento científico estudia la biografía —y la angiografía—, la personalidad, las personas que influyeron en la educación o en temperamento o en el carácter y personalidad del investigador considerado, entre otros asuntos centrales.
- *La antropología de la ciencia.* Se concentra, particularmente gracias a la etnografía, en lo que la ciencia hace y dice, lo que el investigador mismo

interpreta acerca de su trabajo, así como la forma como las comunidades académica y científica, principalmente, intervienen en cada uno de los pasos, en el resultado final y en las consecuencias ulteriores de la investigación de un texto, un experimento y demás. Un aspecto sensible y difícil aquí es la distancia –acaso inevitable– entre la forma como un autor interpreta su propia obra, y la forma como es social, cultural e históricamente vista: ambos planos usualmente son discordantes.

- *Las políticas de ciencia y tecnología.* La ciencia no se hace sin financiación y apoyo del Estado tanto como, en ocasiones, del sector privado. Pero además, aquí se estudian las condiciones políticas y educativas que favorecen o no la investigación científica y la formación de científicos al más alto nivel. Las políticas educativas y de investigación entran en este punto como un capítulo medular. En fin, la ciencia –al igual que, en otro contexto, las artes– aportan un enorme prestigio –educativo, social, cultural y nacional–, y las luchas, abiertas y encubiertas de prestigio son factores subterráneos que animan o dificultan un logro o logros en un momento determinado.

Adicionalmente a los seis ejes mencionados, existen y se han consolidado los estudios culturales y los estudios sociales sobre la ciencia. De ellos, quizás el más destacado es el conjunto de estudios CTS (ciencia, tecnología y sociedad). El rasgo más destacado consiste en el hecho de que se trata, siempre, en estos casos, de considera-

ciones interdisciplinarias, y no únicamente ceñidas a una ciencia o disciplina en particular. Aunque deben mencionarse que se ocupan de la manera como los diversos valores, sociales, culturales y políticas inciden sobre el propio valor y la actividad científica.

Gracias a un texto clásico de Th. Kuhn –*Estructura de las revoluciones científicas*–, ha llegado a ser claro que existen dos clases de ciencia, así: la ciencia normal (o paradigma) y la ciencia revolucionaria (o nuevos paradigmas). Aquella descansa en prácticas consuetudinarias del trabajo académico y científico, se expresa en la forma de libros de texto de diverso calibre, y puede condensarse en una expresión: funciona; es decir, con ella se pueden hacer cosas –por ejemplo despejar dudas, resolver problemas, construir cosas, etcétera. Pero no se le puede hacer decir más cosas de las que ya dijo: es decir, su capacidad explicativa y de comprensión ya está cerrada. Esta es la clase de ciencia que habitualmente se enseña y se trabaja en la educación normal. En muchas ocasiones, su justificación descansa en el peso de la historia.

Por el contrario, la ciencia revolucionaria es aquella que implica cambios tanto en la comprensión de la propia ciencia como en la visión del mundo. La ciencia revolucionaria no solamente responde preguntas y resuelve incógnitas, sino, además y fundamentalmente, concibe problemas, cuestiona. En una palabra, corre las fronteras del conocimiento. Esta clase de ciencia es generalmente desconocida en la educación tradicional

y sólo se accede a ella, por ejemplo, al cabo de la educación universitaria, o lateral, si no marginalmente, a los canales habituales de estudio, discusión y transmisión de la ciencia. Se trata de pequeñas comunidades académicas y científicas que, al cabo, logran, a semejanza de lo que sucede en los planos político, económico o militar, triunfos importantes que les van abriendo nuevos y mejores escenarios.

Las revoluciones científicas se pueden entender en analogía con las revoluciones políticas, pues en ellas se producen, literalmente, confrontaciones y debates, querellas y luchas que implican, en toda su significación, desprestigio, alianzas, poder, trabajo sucio, resistencia, tensiones y rupturas. Las revoluciones científicas son, finalmente, confrontaciones análogas a lo que sucede en muchos otros dominios de la historia –Giordano Bruno, Lutero, Thomas Münzer, Carlos Marx, Mao Tse Tung, Franz Fanon, Patricio Lumumba, Fidel Castro, y muchos otros nombres cuya lista sería interminable de relacionar, a pesar de lo cual siempre sería imperfecta– y con tales características y dinámicas hay que considerarla.

Una cosa debe quedar clara, sin embargo. Es el hecho de que generalmente ha llegado a reconocerse que puede hablarse de progreso en la ciencia y en el conocimiento pero no en términos acumulativos. Por el contrario, es cada vez más claro que la ciencia progresa por vía de rupturas, discontinuidades, bifurcaciones. Con las revoluciones científicas no llegamos a saber,

conocer o entender *más*; por el contrario, conocemos y entendemos *distinto*; y por eso mismo, sorpresivamente, *mejor*. Los quiebres epistemológicos, metodológicos, de lenguaje y prácticas son por tanto normales en condiciones de revoluciones científicas o tecnológicas. En una palabra, existen, manifiestamente, revoluciones científicas y a estas hay que entenderlas en clara analogía con las revoluciones políticas.

Nunca en la historia de la humanidad había existido tantos científicos, investigadores y tecnólogos como en nuestra época. En consecuencia, jamás habíamos sabido y comprendido tanto sobre el universo, el mundo, la naturaleza y la sociedad como en nuestros días. De hecho hay dominios del conocimiento en los que lo que sabemos hoy supera el 90 por ciento, con respecto a toda la historia anterior sumada. Vivimos, no solamente una época de luces, en toda la acepción de la palabra, sino también, literalmente, estamos en la transición de la sociedad de la información a la sociedad del conocimiento. Esto quiere decir que, hoy como nunca antes en la historia de la humanidad, nuestras mejores esperanzas, nuestro mejor destino, nuestras mejores posibilidades se corresponden, uno a uno, con las dinámicas, estructuras y procesos mismos del conocimiento; así, por ejemplo, de su estructuración, de su socialización, de su producción y discusión y sentido sociales, en la acepción más amplia del término. Más radicalmente, se ha llegado a reconocer abiertamente que el conocimiento no es patrimonio de nadie, el conocimiento es libre.

La comunidad académica y la comunidad científica

El conocimiento existe y se vehicula a través de dos comunidades principales: la científica y la académica. La primera se caracteriza por que específicamente es la productora de nuevo conocimiento. Es, para decirlo en lenguaje de comunicación y periodismo, una estación de producción. La segunda, por su parte, tiene la labor fundamental de socializar el conocimiento de la primera. Es, si cabe, una estación repetidora. En los procesos de información y comunicación, tanto como en los procesos de educación y aprendizaje ambas comunidades son igualmente importantes y ambas se necesitan recíprocamente. Constituyen una sola unidad.

Ahora bien, desde luego que alguien puede ser parte al mismo tiempo de las dos comunidades. Es el caso de quien produce conocimiento pero también contribuye activamente a difundirlo, a la apropiación social del mismo. Pero no es cierto ni inevitable que alguien forme parte al mismo tiempo de las dos comunidades.

La comunidad científica tiene canales propios de producción de conocimiento. Los más conocidos son: revistas especializadas, artículos científicos, editoriales, colecciones editoriales especializadas, libros y capítulo de libro, la participación en eventos de alta calidad internacional, en fin, ulteriormente, la producción de patentes.

Por otra parte, la comunidad académica también tiene medios y canales propios de difusión del conocimiento y para su apropiación social. Estos medios y canales responden, entre otras variables, a un público amplio, a la importancia de la traducción, a los eventos de debate acerca del significado, alcance y sentido de la producción del conocimiento.

Bien, pero antes que ver una yuxtaposición entre ambas, se trata de identificar las dos comunidades, que forman parte de la sociedad civil, que desempeñan un papel central en la producción y en la apropiación social del conocimiento. De ellas se derivan otras discusiones como la investigación científica propiamente dicha y la investigación formativa. Siempre existe complementariedad entre ambas.

Las ciencias de la complejidad

La ciencia de punta contemporánea se caracteriza porque no tiene objetos: por el contrario, se define a partir de *problemas*. Más exactamente, la ciencia de punta actual se define a partir de problemas de frontera. Por éste se entiende aquel que, de un lado, para comprenderlo, y de otra parte, para resolverlo, una sola ciencia o disciplina es insuficiente, pues se requiere del aporte de otras tradiciones científicas y de investigación. En otras palabras, un problema de frontera es aquel en el que diversas tradiciones, métodos, lenguajes y aproximaciones coinciden y se refuerzan. Pues bien, los problemas de frontera fundan (la) ciencia como síntesis.

Los campos más destacados de ciencias como síntesis son: las ciencias de la tierra, las ciencias de la salud, las ciencias de la vida, las ciencias de materiales, las ciencias del espacio, las ciencias cognitivas y las ciencias de la complejidad.

En verdad, una de las mejores expresiones del avance del conocimiento son las ciencias de la complejidad. Si bien sus orígenes teóricos se remontan hasta el desarrollo del cálculo infinitesimal por parte de Leibniz y Newton en el siglo XVIII, pasando por la obra de H. Poincaré (inicios del siglo XX), los orígenes organizativos —esto es, administrativos, financieros, humanos y demás— del estudio de la complejidad se remontan a finales de los años 1970 y comienzos de los años 1980, a partir de la creación de los primeros Centros e Institutos dedicados al estudio de los sistemas complejos. Allí tiene inicio el estudio de fenómenos caracterizados por complejidad *creciente*, algunos de cuyos atributos más destacados son: turbulencia, inestabilidad, fluctuaciones, no-linealidad, caos, catástrofes, equilibrios dinámicos (o desequilibrios), redes libres de escala, cooperación, fractales, percolación, lógicas no-clásicas, y otros.

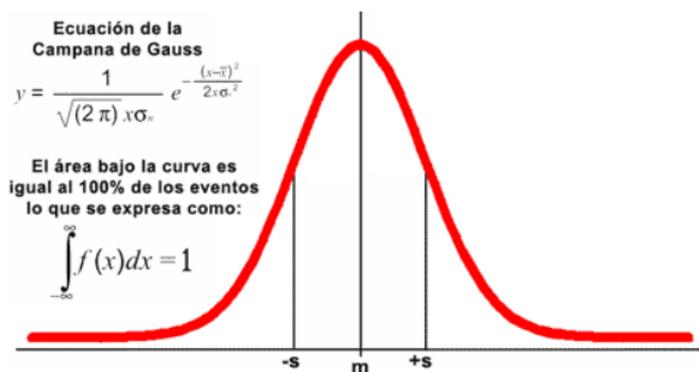
A propósito de estos atributos de la complejidad se impone una observación. La ciencia contemporánea es alta y crecientemente contraintuitiva. En consecuencia, el lenguaje tal y como se emplea de manera corriente poco y nada tiene que ver con los fenómenos y procesos que se estudian hoy. Nuevos conceptos, nuevas categorías, nuevas metáforas emergen y se acuñan,

que nada tienen que ver con la forma que esos (nuevos) términos tienen en la vida común y corriente. Por ello mismo, el sentido común y la percepción natural se hacen cada vez más limitados a la hora de entender y de explicar los comportamientos de que se ocupa la ciencia contemporánea. Muchos de los fenómenos más apasionantes del mundo de hoy son temas que, literalmente, no vemos, sino, por contraste, los concebimos, los imaginamos. Esta observación es vital también para entender las ciencias de la complejidad.

Estas ciencias son un conjunto de disciplinas, teorías, enfoques, lenguajes y métodos que se dedican al estudio, por decirlo de manera fuerte y por vía de contraste, de todo aquello que no estudia la ciencia normal. Notablemente, se trata de las ciencias y disciplinas que incluyen a la ciencia del caos, la geometría de fractales, la teoría de catástrofes, la termodinámica del no-equilibrio, lógicas no-clásicas, la vida artificial, y la ciencia de las redes complejas.

Por consiguiente, se trata de los fenómenos que son impredecibles, incontrolables, no parametrizables, y que no se explican en términos de causalidad. La explicación más básica consiste en decir que la ciencia normal trabaja en función de campanas de Gauss, curvas de Bell, distribuciones normales, ley de grandes números, y por tanto, se ocupa de los comportamientos que se pueden explicar por medio de estadística (descriptiva o inferencial), matrices, promedios, estándares, vectores. El siguiente esquema ilustra una campana de Gauss:

Esquema I: Distribuciones normales



Fuente: internet (público)

Como es sabido, las distribuciones obedecen a la ley de grandes números. Pues bien, una manera de traducir este esquema consiste en decir que la campana de Gauss es una forma en que la ciencia normal sólo se ocupa de fenómenos susceptibles de ser explicados en términos de: mayorías. Un ejemplo conspicuo son, aquí, las políticas públicas, que son políticas de y para mayorías¹.

Ahora bien, ¿la ciencia normal sabe de los extremos de una campana de Gauss? La respuesta es positiva, pero la ciencia normal los descarta con argumentos tan variados como: parametrización, desviaciones

1 El concepto de “políticas públicas” corresponde hoy a lo que ayer se llamaba “economía política”. Pero, dado que, por así decirlo, el término mismo de “economía política” es políticamente incorrecto y políticamente cargado, por lo demás, se acuña el concepto, acaso más neutro, de “políticas públicas” (*policy, policies*).

estándares, razonamiento de defecto, excepciones, y otros semejantes.

Las ciencias de la complejidad no desconocen los fenómenos, sistemas y comportamientos que se encuentran en la parte gruesa de la campana de Gauss. Pero se ocupan fundamentalmente de sus extremos. Por así decirlo, en las distribuciones normales se encuentran todas las personas, procesos, estructuras y dinámicas que *conservan* el mundo. En el lenguaje técnico puede decirse que se trata de estructuras conservativas, incluidas las normas, leyes, y demás. Por el contrario, en los extremos de una distribución normal se halla la *innovación*, y por tanto, los cambios, las transformaciones, los fenómenos imprevistos. En una palabra, las *estructuras disipativas*, para decirlo en el lenguaje de la complejidad.

Como se aprecia, las ciencias de la complejidad implican, claramente, una filosofía del movimiento. Se trata, manifiestamente, del movimiento que es impredecible, incontrolable, irreversible, súbito y dramático. La ciencia normal sabe del movimiento, desde luego, pero el tipo de movimiento que le interesa es justamente aquel que es periódico, cíclico, regular. Para esta clase de movimiento acuña el concepto de “revolución”, como en la mecánica clásica de Galileo y Newton que habla de revoluciones celestes, o también como en la economía, donde se habla de ciclos de crisis o ciclos de producción, por ejemplo. De esta suerte, las “revoluciones” son movimientos cíclicos, controlados y predecibles y

por ello mismo son susceptibles de leyes. En contraste, el movimiento que le interesa a las ciencias de la complejidad es aquel que no se puede reducir a ciclos –más amplios o más cortos– a períodos, y que tiene lugar de manera impredecible y súbita, y que ante todo, es irreversible. Para esta clase de cambios no existen leyes, y lo mejor que cabe hacer es identificar patrones.

En efecto, la ciencia normal es ciencia de control –en toda la acepción de la palabra. Sus mecanismos explicativos, sus intereses sociales, en fin, su carga ideológica de fondo es esa: el control y la manipulación. Justamente por esta razón se basa en el concepto –científico, lógico y filosófico– más importante de toda la historia de la humanidad occidental, a saber: la causalidad. Como es sabido, sin embargo, las causas operan siempre y únicamente: a) bajo condiciones controladas; b) a nivel local. Así, para fenómenos, comportamientos y dinámicas que carecen de control, tanto como en las escalas meso(scópicas) y maso(scópicas), la causalidad deja de operar. Cuando la causalidad deja de ser útil como en los casos mencionados el concepto más adecuado que se introduce es el de “emergencia”.

Con ello, el concepto que se emplea en el contexto de las ciencias de la complejidad es el de autoorganización, conjuntamente con el de emergencia. Los procesos de autoorganización implican el reconocimiento explícito de que no existe una jerarquía, ciertamente, ni rígida ni centralizada, en los fenómenos, en la naturaleza o en el mundo. Por el contrario, los fenómenos,

sistemas y comportamientos caracterizados por complejidad *creciente* se explican en términos de dinámicas que proceden de abajo hacia arriba, por adaptación y aprendizaje, no de arriba hacia abajo, a partir de normas, órdenes, poderes u otros principios parecidos. Los ámbitos en los que los conceptos de autoorganización y de emergencia proceden originariamente son la ecología y la biología, es decir, los sistemas vivos, los cuales se organizan y explican sin necesidad de recurrir a esquemas piramidales y jerárquicos.

En todas las épocas, la ciencia, en general, ha tenido un cierto paradigma dominante; o bien, igualmente, ha trabajado para la forma de una metáfora o concepto atractivo. Entre los griegos antiguos era la matemática, en el medioevo era la teología, en la modernidad fue la física y en general las ciencias físico-matemáticas. Pues bien, para la ciencia de punta contemporánea el ejemplo o modelo es el de la biología, la ecología y, en términos más amplios, las ciencias de la vida. Esto significa comprender la sociedad, la naturaleza y el universo *a la manera* de sistemas vivos. Más exactamente: i) como si fueran sistemas vivos; o bien, ii) como si se comportaran de la forma como lo hacen los sistemas vivos.

Desde este punto de vista, los fenómenos, procesos, estructuras y dinámicas en general pueden y deben ser explicados análogamente a lo que les sucede a los sistemas vivos: nacen, crecen, se desarrollan, se multiplican, metabolizan, se hipertrofian, se enferman, etcétera. A todas luces, los fenómenos de máxima

complejidad conocidos hasta la fecha son los sistemas vivos, la vida en general.

Esta comprensión de la sociedad, la naturaleza y el universo a la manera de la biología y la ecología no significa, sin embargo, en absoluto, un reduccionismo, como si tratara de reducir cualquier otra explicación o comprensión a la biología y/o a la ecología. Por el contrario, se trata de cómo estas dos ciencias sirven para entender *mejor* lo que son los fenómenos que en cada caso ocupa a las ciencias y a las disciplinas. Su papel es el de guías, o ejemplos, si cabe la expresión.

Dicho en otras palabras, se trata, por ejemplo, de entender los fenómenos sociales no por lo que *son*, sino por lo que *hacen*; esto es, por ejemplo, *cómo se comportan*. De manera tradicional, dicho de una manera general, las ciencias sociales y humanas explicaron los fenómenos que les interesaban a la manera de la física —o de las ciencias físico-matemáticas. Con ello, el lenguaje de ciencias y disciplinas enteras estuvo (y aún lo está) permeado por el lenguaje mismo de la física y más exactamente, de la mecánica clásica: fuerza, movimiento, aceleración, caída libre, masa, velocidad, tiempo, rozamiento (o roces), y demás.

En consecuencia, los sistemas sociales humanos se explica(ba)n en términos de comportamientos físicos, punto. La incorporación o la referencia de la biología o la ecología implica una profundización en la complejidad misma de los comportamientos humanos y

sociales de que se trata en cada caso. Pues bien, manifiestamente, lo que se encuentra aquí es el reconocimiento de que no existe, en todos los fenómenos conocidos en el universo ninguno de mayor complejidad –en toda la línea de la palabra– que la vida, o los sistemas vivos. Pero si ello es así, se impone entonces un reto formidable para los procesos de comprensión y explicación de la realidad en general: es imposible no tener una idea básica, digamos, de lo que es la vida y lo que hacen los sistemas vivos para vivir y para hacerse posibles. Por decir lo menos, la importancia de la teoría de la evolución, y de los enfoques evo-devo, tanto como de los equilibrios puntuados, la epigénesis y las dimensiones comportamental y simbólica de la evolución resultan imprescindibles.

En cualquier caso, un fenómeno, comportamiento o sistema se dice que es complejo en la medida misma en que no puede ser reducido –física, matemática, biológica, metodológicamente, o en cualquier otro sentido– a uno sólo de sus rasgos y atributos y, por el contrario, se requiere del aporte de varias ciencias y disciplinas para entenderlo y explicarlo. De esta suerte, la idea tradicional según la cual existen conocimientos mejores que otros y, más exactamente, es posible establecer, con cualesquiera criterios, jerarquías de conocimientos estalla, en el marco de las ciencias de la complejidad, en mil pedazos. Así, no solamente la complejidad implica inter, trans y multidisciplinariedad; sino, mejor aún, el cruce mismo, el diálogo, la cooperación entre enfoques, métodos, lenguajes y

disciplinas distintas constituye el rasgo distintivo de lo que es un sistema complejo. O bien, para decirlo por vía de contraste: en la medida en que cualquier fenómeno pueda ser abordado y explicado con una sola ciencia o disciplina –sea cual sea–, allí no hay complejidad.

Cuando suceden revoluciones, uno de los principales cuerpos es el lenguaje. Ya sea porque éste se empeña en no ver lo nuevo, o bien porque se adelanta en demasía a los nuevos tiempos, los nuevos fenómenos y permite ver cosas que el sentido común no avizora. Pues bien, el lenguaje de las ciencias de la complejidad no es ajeno a estos avatares. Durante mucho tiempo permeado, por así decirlo, por ciencias como la biología, la física, las matemáticas, la química y los sistemas computacionales, principalmente. Ello condujo –y aún lo hace– en numerosas ocasiones a que diversas personas entiendan a este grupo de ciencias como si fueran parte de las llamadas “ciencias duras” (o positivas o exactas o naturales), en desmedro de las ciencias sociales y humanas. Una impresión semejante consiste, en realidad, en una equivocación. Desde cualquier punto de vista, las ciencias sociales y humanas son de una complejidad magníficamente mayor o superior a las ciencias físicas, por ejemplo.

En efecto, el trabajo en complejidad nace, en verdad, del lado de ciencias físicas y demás, pero rápidamente se amplía hacia las ciencias sociales y humanas. Lo

que sucede es que, en realidad, se imponen aquí dos observaciones.

De un lado, se trata del reconocimiento explícito de que el concepto mismo de “ciencias sociales y humanas” es propio del siglo XIX, que es cuando nace y se acuña. En rigor, cabe distinguir tres clases de sistemas sociales, así: sistemas sociales naturales, sistemas sociales humanos y sistemas sociales artificiales. Pues bien, el lugar en el que los tres tipos de sistemas sociales confluyen y se refuerzan recíprocamente es la ciudad. De suerte que, propiamente hablando, las ciencias sociales y humanas se ocupan en verdad de una clase particular de sistemas sociales: los humanos, pero si quieren dar cuenta verdaderamente de este tipo de sistema social deben, de alguna manera, considerar y atravesar por consideraciones atinentes a los otros dos tipos de sistemas sociales. Pero cuando ello sucede, entonces el trabajo ya no se hace única o principalmente con ciencias sociales y humanas en el sentido tradicional de la palabra, sino con otras ciencias y disciplinas. La investigación se encuentra *ad portas*, por así decirlo, de las ciencias de la complejidad.

La segunda consideración tiene que ver con el lenguaje, en los siguientes términos. El primer objeto de trabajo, en ciencia como en la vida no es la sociedad, la naturaleza, la realidad o lo que quiera que sea. Antes bien, y particularmente cuando se trata de ciencia e investigación de punta, el primer objeto de trabajo es el lenguaje. El problema consiste en

cómo designar lo nuevo –lo nuevo que se quiere pensar y decir– dado que el lenguaje opera a la manera de un fijador, como se habla en cine y en fotografía. Así las cosas, con seguridad, la primera gran batalla cuando se trata de ciencia y pensamiento de punta consiste en el trabajo con y a través del lenguaje; esto es, en la apropiación de un nuevo lenguaje –nuevos conceptos, nuevos términos, nuevas metáforas, por ejemplo–, dado el hecho de que la ciencia normal trabaja con lenguaje ya sedimentado, ya circulante. El lenguaje sedimentado deja de ser crítico, y se funda en el sentido común. En contraste, la ciencia e investigación de punta implica abiertamente una crítica e incluso un rechazo del sentido común. Para decirlo en términos políticos: la principal reserva del statu quo y del conservadurismo consiste en la defensa (a ultranza) del sentido común. En contraste, las revoluciones –científicas, culturales, políticas y otras– pasan por una crítica sistemática del sentido común, dado su carácter acrítico y conservador.

En verdad, lo que hacen los científicos e investigadores de punta no se diferencia mucho de lo que hacen los matemáticos, los poetas o los artistas, por ejemplo. Cuando un matemático se enfrenta con un fenómeno que no puede explicar con las matemáticas habidas y recibidas de la tradición, se da a la tarea de crear nuevas matemáticas. Asimismo, la grandeza de un artista auténtico estriba en su capacidad para crear nuevos lenguajes, en fin, nuevas estéticas. De igual manera, el poeta se caracteriza, en cuanto al lenguaje por ser un

creador de figuras nuevas, de mundos nuevos como de lenguajes –giros, sentidos, significados– nuevos.

Pues bien, de la misma manera, un pensador verdaderamente innovador acuña neologismos, introduce nuevas metáforas y símiles, en fin, crea nuevos conceptos y categorías. Todo esto, sin embargo, se dice fácil, pero es sumamente difícil hacerlo. La genialidad del artista, del matemático, del científico o filósofo –para permanecer en el esquema de los ejemplos mencionados– consiste exactamente en su capacidad innovadora *también* a través del lenguaje –para no mencionar su innovación en métodos, técnicas, aproximaciones y explicaciones, justamente.

Pues bien, a este respecto la importancia de la comunidad académica estriba en su mediación entre la comunidad científica y la base de la sociedad, incluido el sector privado y el sector público. Estos generalmente no piensan –radicalmente– el lenguaje: sencillamente lo usan y lo vehiculan. La comunidad académica tiene como uno de sus objetivos la apropiación y explicación de los nuevos lenguajes a través de los cuales se van haciendo posibles nuevas realidades y posibilidades.

¿Qué significa pensar en el sentido de las ciencias de la complejidad?

Los fenómenos, comportamientos y sistemas complejos implican una distancia grande con respecto a la cultura

tradicional de la humanidad, la cual, para decirlo de manera sucinta, pivota alrededor de tres conceptos: ser, tener, haber. Dado que los sistemas de complejidad creciente implican, manifiestamente, una filosofía del movimiento –ya mencionada–, estos hacen posible otro concepto radicalmente distinto, a saber: el devenir. La flecha del tiempo cumple aquí un papel significativo.

En efecto, no solamente la historia de la civilización occidental ha estado dominado por la idea de “ser”, sino, consiguientemente, cuando Occidente ha descubierto la idea de movimiento –por primera vez en la modernidad, gracias a la mecánica clásica–, ambos momentos han sucedido a pesar y a costa de otro concepto fundamental pero que siempre estuvo en la tras-escena de la vida social y cultural de la civilización occidental: la idea del devenir. Con ello se impuso en la historia durante 2500 años, una filosofía de la inmovilidad, de la conservación, en fin, de rechazo al cambio.

La idea del ser tiene una historia clara y suficiente, y sus fundamentos se encuentran expresados en la filosofía con autores tan fundamentales como Melisso de Samos, Zenón de Elea, Parménides, Platón y Gorgias, y Heidegger. Esta historia se expresa en cinco proposiciones, así:

1. Nada entra al ser que no sea el ser;
2. Nada sale del ser que no sea el ser;
3. Ser y pensar son una sola y misma cosa;

4. Si el no-ser fuera, no se podría pensar, y si se pudiera pensar no se podría decir o comunicar;
5. Al cabo del tiempo hemos asistido al olvido del ser.

En estas cinco proposiciones se condensa y se agota la historia de 2500 años de esta civilización, y ellas sirven de fundamento a todas las demás creencias, decisiones y acciones de lo que, en propiedad, cabe pensar como la “historia oficial” de la civilización occidental.

En contraste, la idea, formulada originariamente por Heráclito, de devenir implica una multiplicidad; por razones de espacio cabe destacar aquí cuatro rasgos esenciales; estos son:

1. Nadie se baña dos veces en las mismas aguas de un río (frag. 49a); es decir, el pasado es cualitativamente distinto del futuro;
2. Si no se espera lo inesperado, no se lo hallará, dado lo inhallable y difícil que es (frag. 18); es decir, vale pensar en términos de sistemas no pre-visibles, de fenómenos emergentes y sorprendivos;
3. La naturaleza de cada día es única (frag. 106); esto es, sucede la novedad, la sorpresa, no la repetición de lo mismo; esto exige y permite a la vez una estructura de mente abierta;
4. A la naturaleza le complace ocultarse (frag. 123); es decir, las cosas no son y no aparecen de una vez para siempre; la noción de verdad es la de investigación; en fin, la ciencia y la vida son una sola y

misma cosa y se encuentran en constante proceso de completud, aunque siempre inacabada.

Dicho de manera puntual: pensar en términos de complejidad implica asumir una filosofía del movimiento, y por tanto, del tiempo. La filosofía del movimiento equivale, en términos filosóficos, a incorporar, en toda la línea de la palabra, la noción del *devenir*. Y en cuanto al tiempo, se trata de reconocer su papel constructivo, creador, en marcado contraste con la idea –vieja y sedimentada– según la cual el tiempo “todo lo calma”, que conduce al equilibrio, en fin apunta hacia la muerte, erosión y pérdida. No en vano, justamente, en el contexto de las ciencias de la complejidad se habla de física del devenir, química del devenir, evolución y equilibrios puntuados, en fin, catástrofes, fenómenos caóticos, complejidad reciente y no-linealidad.

En efecto, en los 2500 años de la humanidad occidental, el tiempo implica algo así como una maldición que hay que aprovecharlo mientras dure, porque lo único cierto, se afirma, lo único inevitable, es que el tiempo pasará y todo será conducido a la indiferencia, el agotamiento, el equilibrio y la muerte. Se trataría, en esta concepción, de aprovechar “el cuarto de hora”, porque éste breve lapso es provisional y pasajero. De esta suerte, el tiempo implica pérdida y su vector es hacia el equilibrio. Una expresión en la misma dirección sostiene que el tiempo todo lo calma, el tiempo hace que las cosas se olviden, en fin, todo termina de entrar en la indiferencia, la insensibilidad y en el olvido.

En las ciencias de la complejidad en general, y en particular gracias a una de ellas, la termodinámica del no-equilibrio, el tiempo es un factor creador, y es la razón misma de la complejización de los fenómenos. Más exactamente, el tiempo introduce grados de libertad en las cosas, de tal suerte que es posible decir, sin ambages, que *a mayores grados de libertad, mayor complejidad*. La siguiente es la expresión condensada de esta idea:

$$>^{\circ} \text{Lib} > \text{Compl}$$

Esta idea adquiere tanto mayor contenido cuanto que se entiende que el fenómeno de máxima complejidad conocido es la vida. De esta suerte, la idea de que a mayores grados de libertad, mayor complejidad significa en realidad que a mayores grados de libertad más y, –agreguemos–: mejor vida.

En efecto, en el lenguaje clásico de los antecedentes de la complejidad fue un lugar común reconocer que los sistemas vivos no obedecen, no responden, ni tampoco se reducen a la entropía; técnicamente dicho, los sistemas vivos son “neguentrópicos”. Así, la idea de neguentropía se corresponde con la expresión, bastante más afortunada y afirmativa, según la cual los sistemas vivos ganan –en su existir– grados de libertad.

Ahora bien, el concepto de “grados de libertad” procede, originariamente, de la física y las matemáticas. Pero,

traducida al lenguaje de las ciencias sociales y humanas, esta idea se torna magníficamente (más) sugestiva.

En verdad, los sistemas complejos son no-deterministas. Un sistema se dice que es determinista cuando el pasado contiene y anticipa el futuro, y cuando la línea de tiempo que transcurre entre el pasado y el presente determina –anticipa, proyecta, como se quiera– el futuro del sistema considerado. Dicho en términos afirmativos, los sistemas complejos se indeterminan, en el sentido mismo de que en el presente y de cara al futuro, se producen bifurcaciones, rupturas, quiebres de la línea de tiempo anterior, esto es, de la trayectoria que del pasado conduce al presente. De esta suerte, no es cierto ni inevitable, en el caso de los sistemas complejos, que conocer el pasado brinde garantías, condiciones o referencias para conocer o anticipar el futuro.

Precisamente en este sentido, el no-determinismo se corresponde plenamente con los grados de libertad que asume o que despliega un sistema determinado. Lo mejor que tiene y puede tener un sistema complejo no es tanto pasado cuanto futuros, posibilidades. La complejidad estriba, así, en los tipos de futuro posibles o probables que un fenómeno determinado pueda tener, concebir o realizar.

Esta idea tiene consecuencias maravillosas a la hora de entender y de explicar la complejidad de un sistema dado. Dos de las consecuencias que se siguen de lo dicho anteriormente son, de un lado, el hecho de que

los sistemas complejos son intrínseca, esencialmente abiertos y en que, mejor aun, no cabe (en)cerrarlos o aislarlos. Y de otra parte, al mismo tiempo, los sistemas, fenómenos o comportamientos complejos están intrínsecamente cargados de incertidumbre.

En efecto, más radicalmente, gracias a las ciencias de la complejidad es posible comprender que no existen, y no son posibles, sistemas cerrados o aislados, en claro contraste con toda la tradición científica y cultural, que sostenía, abierta o tácitamente, que existían y eran posibles fenómenos cerrados o aislados. De este modo, una de las características esenciales de los sistemas complejos consiste en su inseparabilidad del medio ambiente. O también, es el hecho de que un sistema complejo es aquel que se encuentra en un entramado de relaciones y conexiones de tal índole que su comportamiento y sus atributos son concomitantes con el entorno en el que se encuentra y con las relaciones, contiguas y mediatas, que tiene con los elementos y partes del entorno considerado. Esta idea exige, sin embargo, el reconocimiento explícito de que el medioambiente es un sistema esencialmente indeterminado en el sentido de que no existe una frontera o un límite claro y definitivo al perímetro o el área del medioambiente. Los límites del medioambiente dependen de la sensibilidad y las movibilidades, de los aprendizajes y las adaptaciones de un fenómeno determinado.

Ahora bien, la incertidumbre tiene en el contexto de la complejidad dos acepciones principales. De un lado, se

trata del reconocimiento explícito de que el futuro no está nunca dado de antemano y de una vez para siempre. Pero, al mismo tiempo, de otra parte, se trata de la idea según la cual si se conoce el lugar de un sistema o fenómeno complejo, entonces no se puede decir con exactitud hacia dónde se dirige; y viceversa; es decir, si se puede establecer el lugar a dónde se orienta un fenómeno complejo determinado, entonces no es posible sostener con rigor en dónde se encuentra.

Como se aprecia, el concepto de incertidumbre no tiene absolutamente nada que ver con rasgos o elementos cognitivos, psicológicos o emocionales. La incertidumbre es un rasgo mismo de la realidad, y no un atributo o característica de los sujetos, y afirma que una marca constitutiva de la realidad, de la naturaleza, o de la sociedad —cuando se los ve como comportamientos complejos— es una cierta indeterminación o incompletud de los mismos, que no depende para nada del papel que juega un observador.

En otros términos, no siempre es necesario poseer toda la información sobre un fenómeno determinado, y cuando ello sucede debemos poder aprender a tomar decisiones en condiciones de información parcial o incompleta o incluso en condiciones en las que la certeza acerca de la información no es enteramente consistente. En estos casos, se trata de tomas de decisión en condiciones de incertidumbre, o de riesgo, y ambas son, con total evidencia, de las más complejas que se pueden tomar. Así, los sistemas complejos se

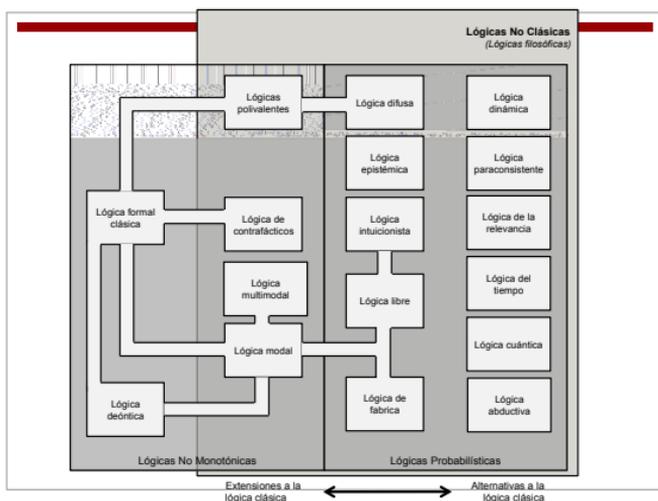
encuentran en permanente proceso de cumplimiento y acabamiento, y la incertidumbre es un rasgo constitutivo de esta clase de fenómenos.

Por otra parte, pensar en términos de complejidad significa reconocer explícitamente que los fenómenos, sistemas o comportamientos complejos poseen más de una lógica y que pueden y deben ser explicados en términos perfectamente distintos a la lógica formal clásica. Más exactamente, una característica fundamental de la complejidad es el reconocimiento de la importancia y el significado de un *pluralismo lógico*, y el trabajo con *lógicas no-clásicas*.

Las lógicas no-clásicas se desarrollan particularmente a partir de mediados de los años 1950, y hasta la fecha continúan naciendo y fortaleciéndose. Se trata de sistemas lógicos –por tanto, sistemas de pensamiento, sistemas de notación–, que se dan a la tarea de entender y explicar fenómenos del mundo y la naturaleza en términos complementarios, o bien alternativos, a la lógica formal clásica. Como es sabido, la lógica formal clásica es la lógica simbólica o la lógica matemática, pero encuentra sus primeros fundamentos en el sistema aristotélico de la lógica y que habría de ser complementado, desarrollado fortalecido, en la historia de la civilización occidental justamente como la lógica formal. Sólo que esta lógica formal clásica cobra ciudadanía –es decir, mayoría de edad– con la configuración de la misma como lógica simbólica o lógica matemática.

Como quiera que sea, el siguiente esquema suministra un panorama de, acaso, las más importantes, de las lógicas no-clásicas:

Esquema 2: Las lógicas no-clásicas



Fuente: elaboración propia

Las lógicas no-clásicas son conocidas igualmente, en ocasiones, como lógicas filosóficas en el sentido de que los temas y problemas de que se ocupan son asuntos filosóficos en toda la línea de la palabra.

Se trata de sistemas de pensamiento lógico que se ocupan de una variedad de situaciones y fenómenos

que no son susceptibles de ser explicados –y/o vividos– en términos duales o binarios como en la lógica formal clásica; es decir, en términos de 1 o 0, de una cosa o de otra.

Una presentación somera por panorámica de las lógicas no clásicas puede ser elaborada en los siguientes términos:

Se trata de lógicas que trabajan sistemas trivalentes, tetra, penta y así hasta infinivalentes –y el mundo nuestro es un mundo de más de uno o dos valores, ciertamente–; sistemas en los que el tiempo es un problema que no se puede descontar (la mayoría de la gente descuenta el tiempo); lógicas que trabajan con inconsistencias, contradicciones y vacíos, en lugar de resolverlos o dejarlos de lado; fenómenos en los que los contextos de relevancia son móviles y diversos; situaciones en las que existen diferencias sutiles y matices variados y móviles, entre muchos otros. Estas son: la lógica polivalente, la lógica del tiempo (o lógica temporal), las lógicas paraconsistentes, la lógica de la relevancia, o la lógica difusa, respectivamente.

A las anteriores, cabe agregar, por ejemplo, la lógica de contrafácticos –que es aquella que trabaja con experimentos mentales que contribuyen ampliamente a entender los casos reales, no ya simplemente por vía de descripción y análisis–; están también las lógicas que trabajan con múltiples modos de afirmar, comprender y vivir las cosas, que son justamente la lógica

modal y las lógicas multimodales. Igualmente, se puede mencionar la lógica epistémica que tiene el mérito de entender que el sujeto cognoscente es él mismo variable y sujeto a numerosas circunstancias. En fin, sin ser prolijos al respecto, cabe sostener, sin ambages, que las lógicas no-clásicas son *lógicas de mundos posibles*, y con ello, se trata de introducirle al mundo lo que éste no posee: posibilidades, grados, matices, niveles, experimentos mentales, y demás. Por vía de contraste, cabe decir que la lógica formal clásica es la lógica del mundo real, y más específicamente de un único mundo real, a saber: aquel que, por definición es y está ahí. Social y políticamente hablando, se trata del mundo del statu quo.

Sin lugar a dudas, una de las áreas más promisorias en complejidad y en el mundo actual hacia futuro será el trabajo con la apropiación y la enseñanza de sistemas lógicos distintos al de la lógica formal clásica, que ha sido, *grosso modo*, el que ha imperado en la historia de los últimos 2500 años de civilización occidental. Así, puede afirmarse sin dificultad que las lógicas no-clásicas pueden ser llamadas en propiedad como una de las ciencias de la complejidad.

En cualquier caso, vivimos un mundo altamente entrelazado, crecientemente interdependiente y con múltiples puntos de vista, perspectivas, historias y futuros, por consiguiente, no siempre congruentes ni convergentes. El mundo, literalmente se ha vuelto pequeño. Pues bien, una de las ciencias de la complejidad, la

ciencia de redes complejas, descubrió y tematiza este mundo pequeño. Una forma como lo hace es precisamente con la teoría del mundo pequeño que sostiene, en síntesis, que entre un punto de partida cualquiera y un objetivo cualquiera existen seis o menos grados de separación. Pues bien, si hay, sin duda alguna, un área en la que esta ciencia pueda contribuir de manera significativa en el plano social es con respecto a los problemas de acción colectiva en general. Así, por ejemplo, con temas de solidaridad, información, comunicación y toma de decisión por parte de colectivos humanos, de una manera al mismo tiempo flexible y robusta. Con ello, áreas como la política y la antropología, la sociología y el trabajo social, la psicología y la economía, por ejemplo, pueden verse nutridas de manera significativa. Si el mundo se ha vuelto pequeño, al mismo tiempo los encuentros y las ideas, los aprendizajes y la solidaridad puede verse fortalecida. En la actualidad se encuentran numerosos ejemplos de estas prácticas, dinámicas y estructuras, todas, perfectamente novedosas.

En efecto, el mundo actual permite entender fenómenos y comportamientos como las cascadas de errores, o cómo equivocaciones y deslices pueden filtrarse de un modo que puede resultar catastrófico e imprevisible a la vez. La forma como esto se trata es como redes libres de escala, y fenómenos de percolación, cuya finalidad consiste en poner de manifiesto, por primera vez en la historia, que existen y son posibles comportamientos de sincronización en el espacio y

en el tiempo, en toda la línea de la palabra, que o bien complejizan el mundo y la sociedad, o bien permiten entender la complejidad misma de la sociedad y la naturaleza. En todos los casos, algunos de los temas más sensibles que emergen ante la mirada reflexiva son los de impredecibilidad, incertidumbre, riesgo, autoorganización, sorpresa y emergencias, atractores extraños, efectos mariposa (= mariposa de Lorenz), en fin, estallidos y autosemejanza, para mencionar sólo los más destacados.

La complejidad tiene implicaciones sociales, y políticas

Uno de los campos más recientes en el estudio de los fenómenos de complejidad creciente es el de la inteligencia de enjambre (*swarm intelligence*). Se trata del estudio de colectivos de insectos y mamíferos, principalmente, que se comportan como un solo organismo: cardúmenes², manadas de aves³, manadas de gacelas u ovejas⁴, insectos⁵, etcétera., y las derivaciones que estas estructuras y dinámicas –literalmente: estas redes– tienen para la comprensión y el posibilitamiento de los propios sistemas sociales humanos.

La inteligencia de enjambre pudiera, en un sentido laxo, traducirse al lenguaje de las ciencias sociales y

2 Cfr. <http://www.youtube.com/watch?v=cIgHEhziUxU>

3 Cfr. <http://www.youtube.com/watch?v=XH-groCeKbE>

4 Cfr. <http://www.youtube.com/watch?v=keUDMw4i2HY>

5 Cfr. <http://www.youtube.com/watch?v=A042J0IDQK4>

humanas como los temas relativos a la racionalidad colectiva y la acción colectiva (excepto por el hecho de que estas dos teorías ya tienen unas características propias que las diferencian con mucho de la idea original, fuerte de la inteligencia de enjambre). Como quiera que sea, uno de los aprendizajes más radicales de esta clase estudios consiste en el hecho de que, por primera vez en la historia, se pone de manifiesto que *es posible un liderazgo sin líderes y, análogamente, es posible hablar de estrategia sin estrategias* –dos ideas que resultan escandalosas o sorprendentes cuando se las mira con los ojos del pasado o de la ciencia normal.

Un colectivo de animales se comporta como un solo organismo y no como un agregado de partes individuales, bien porque en un momento dado la evolución los conduce a esta clase de estrategias, o bien porque con este comportamiento colectivo pueden obtener más beneficios que si todos sus integrantes actuaran cada cual por su cuenta. Desde las termitas a las hormigas, desde las aves o bancos de peces, desde diversas manadas hasta auténticos comportamientos humanos particularmente en grandes urbes, los enfoques cruzados y transversales se alimentan de un plano a otro, de una escala a la siguiente, en fin, de una dimensión a otra. Como se aprecia sin dificultad, no existen diferencias tajantes –de naturaleza, como dice la tradición aristotélica– entre sistemas sociales humanos y sistemas sociales en la naturaleza, como los mencionados.

De esta suerte, la inteligencia de enjambre pone de manifiesto que son posibles procesos de autoorganización que emergen precisamente debido a comportamientos colectivos que no responden a causalidad, sino a un aprendizaje y adaptación en los que el grupo entero se beneficia como un todo, a condición de que aprenda de los casos particulares. Un enjambre o manada es un superorganismo que plantea serios cuestionamientos a la idea de egoísmo, racionalidad individual e individualismo, propios de la tradición de las ciencias sociales y humanas. Con ello, las ciencias de la complejidad indican un camino sensible a seguir, a saber: aprender de la naturaleza, en fin, la importancia de la naturalización del conocimiento, la sociedad y la realidad.

Una dificultad enorme del significado social y cultural de las ciencias de la complejidad es el de que éstas implican una distancia fuerte con respecto a la forma tradicional (o vigente) de comprender la realidad, la naturaleza y el mundo en general. En efecto, de manera atávica, tradicionalmente la visión de la realidad ha sido, abierta o tácitamente antropológica, antropocéntrica y/o antropomórfica. Es decir, en la historia de la civilización occidental, la imagen del ser humano y la preeminencia –a priori– del ser humano se ha impuesto como central, determinante y sentido de la realidad misma: el mundo ha existido para el disfrute del ser humano y para que éste imponga en aquel su voluntad, punto.

La importancia de la naturalización de la realidad y el conocimiento implican un giro radical hacia una

comprensión más biocéntrica y/o ecocéntrica; es decir, se trata de comprender que el ser humano es una articulación importante de la realidad, pero sólo una instancia o una escala, que no puede agotar ni subsumir a las demás especies. Por el contrario, se trata de ampliar la visión antrópica de la realidad hacia una explicación en la que otras especies, dinámicas, estructuras, y posibilidades pueden tornarse, como es efectivamente el caso, como fundamentales y determinantes a la hora de entender el universo en general. Este rasgo va acompañado de las mejores reflexiones de la investigación de punta en el mundo y que, sin embargo, a la fecha, aún no son cultural o educativamente predominantes.

La imagen antropocéntrica de la realidad puede traducirse de varias maneras; quizás dos de las más comunes e importantes son la comprensión encefalocéntrica del mundo, o acaso también, ulteriormente, la preocupación por el planeta —una visión centrada en la naturaleza, en la Tierra misma—. Pues bien, con mayor radicalidad, pensar la complejidad del mundo y de la naturaleza implica reconocer que estas dos perspectivas no son suficientes. Se hace necesario, incluso, un conjunto más amplio, a saber: inscribir la perspectiva encefalocéntrica, o ecocéntrica en una dimensión con el conjunto del sistema solar y, más allá incluso, ulteriormente con el universo. Al fin y al cabo, el trabajo con complejidad significa la incorporación de densidad temporales plurales, temporalidades múltiples y de escalas, escalas amplias de lo real mismo.

En términos más amplios, las dos dimensiones básicas del universo son la escala microscópica y la escala macroscópica. El esquema tres brinda un cuadro general de las dos escalas fundamentales de la realidad:

Esquema 3: las escalas de lo real

REALIDAD

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • MICROSCÓPICO mili = 10^{-3} micro = 10^{-6} nano = 10^{-9} pico = 10^{-12} femto = 10^{-15} atto = 10^{-18} | <ul style="list-style-type: none"> • MACROSCÓPICO segundo = 1/60 m minuto = 1/60 h día = 24 hs año = 365 ds siglo = 100 años millón años = 10^6 billón años = 10^{12} |
|---|---|

Escala/tiempo de Planck: 10^{42} segs.

Fuente: elaboración propia.

Las dos escalas de la realidad deben ser cuidadosamente entendidas. No hay que verlas con referencias a volúmenes, tamaños o magnitudes. Por el contrario, la escala microscópica y la escala macroscópica hacen referencia a *tiempos*. Con una observación importante: el tiempo *real* es cada vez más tiempo *microscópico* (en finanzas, en medicina, en tecnología, en comunicación, y demás).

Pues bien, una de las lógicas no-clásicas –lógica cuántica– se ocupa justamente de este problema, a saber: determinar si lo que se sabe del universo, el mundo y la realidad en una escala se corresponde y cómo –y si no, por qué– con lo que se sabe de la otra escala.

La dificultad estriba en el hecho de que los objetos, temas, problemas y realidades de que se ocupan las ciencias sociales y humanas corresponden en su totalidad a fenómenos de la escala macroscópica. En el estado normal del conocimiento, las ciencias sociales y humanas permanecen, parece ser, ciegas y sordas a la escala microscópica de la realidad. La complejidad estriba en el hecho de que los fenómenos más importantes en las vidas de los seres humanos –por ejemplo el conocimiento, la salud, la enfermedad, el sueño, la atención, la memoria o la inteligencia– proceden, todos de la escala microscópica pero se plasman, al cabo, en el universo macroscópico; y “al cabo” pudiera ser quizás, en algunos casos, demasiado tarde.

En cualquier caso, la complejidad del mundo, la sociedad y la naturaleza implica, por lo menos, atender en simultáneo a las dos escalas fundamentales de la realidad y estudiar los modos como se corresponden, como hay convergencia o divergencia, y demás.

Ahora bien, con seguridad, una de las características más importantes que definen a un sistema complejo es

su dúplice capacidad de aprender y de adaptación. Así, aprendizaje y adaptación con dos rasgos que van de la mano y cuyas implicaciones son importantes. Así, un sistema que aprende es un sistema que no tanto gana memoria —que también— cuanto que gana información. Ganar información es un rasgo fundamental por cuanto implica, concomitantemente, la capacidad para procesar la nueva información que adquiere pero, además, se trata del hecho determinante de que el sistema está abierto a que nueva información valide o invalide información ya adquirida.

En otras palabras, un sistema complejo es aquel que aprende por cuanto gana información, de tal suerte que la nueva información que gana puede ser fundamental con respecto a certezas, verdades, hábitos y costumbres anteriores por cuanto éstos pueden ver modificado el valor que tenían con respecto al aprendizaje logrado. El tiempo altera, en verdad, el valor de verdad o de falsedad de una proposición, de una teoría, de una acción determinados.

Este rasgo va en paralelo con el hecho de que los sistemas complejos se caracterizan, asimismo, por su capacidad de adaptación. Así, la adaptación no sucede una vez, sino, mejor aún, es un proceso continuo, incesante, inacabado, que coincide con la vida misma del sistema, por cuanto un fenómeno que cesa de adaptarse puede encontrarse muy pronto en peligro y en riesgo de desaparecer. Análogamente, en verdad, a lo que sucede en la naturaleza con los sistemas vivos. Las especies que

dejan de adaptarse —por ejemplo, porque se especializan— entran en peligro de extinción y pueden desaparecer de la faz de la tierra.

Sin embargo, no es enteramente cierto que un fenómeno complejo es aquel que logra adaptarse a nuevas circunstancias, según las variaciones del entorno en general. Además, el sistema en consideración es, a su vez, capaz de modificar el entorno al cual se adapta, con lo cual, en realidad, el concepto que aparece ante la mirada reflexiva es el de co-evolución: el sistema se adapta al entorno y modifica al mismo tiempo el entorno al cual se adapta. Todo ello va de la mano con la característica de sistema abierto ya mencionada anteriormente, conjuntamente con la capacidad de aprendizaje. De este modo, el carácter de abierto, el aprendizaje y la adaptación son tres atributos que van perfectamente de la mano, por así decirlo, en el caso de los sistemas caracterizados por complejidad creciente.

Que los sistemas de complejidad creciente sean intrínsecamente abiertos —esto es, en otras palabras: es imposible cerrarlos o aislarlos pues el precio sería la aniquilación del sistema en consideración, lo cual tiene consecuencias perfectamente impredecibles para el tejido de relaciones que el entorno tiene con este sistema dado—, tiene profundas implicaciones de cara a la historia.

Puede decirse que la principal filosofía de la historia habida hasta el presente es el determinismo. El determi-

nismo histórico es la filosofía que sostiene que si se conoce el origen de un fenómeno y la línea de tiempo que del pasado conduce hasta el presente, de manera muy verosímil el futuro estará determinado por dicho origen y por esa línea de tiempo. Así, en consecuencia, el futuro se encuentra en cierta forma contenido en el pasado y en su trayectoria hasta el presente. Nada más contrario al espíritu y la letra de las ciencias de la complejidad.

El pasado nunca está escrito de una vez y para siempre. Pretender lo contrario es propio del fundamentalismo, el cual consiste, justamente, en la asunción y ritualización, por distintas vías, herramientas y lenguajes, del mito fundacional. Precisamente por ello, el fundamentalismo es el retorno periódico, cíclico, al mito fundacional. Cada tanto tiempo —en términos humanos generalmente una vez al año— se celebra el mito fundacional, se lo recuerda con ritos, y se realimenta el pasado como fundamento o sentido para el presente, y con él y a través suyo, para el futuro. Como se aprecia, el fundamentalismo no es únicamente de tipo religioso —que es su principal manifestación—, pues también existen y son posibles otros tipos de fundamentalismos —generalmente políticos. (La conjunción entre el fundamentalismo religioso y el político tiene consecuencias nefastas e indeseables a toda luz).

En el contexto de los sistemas complejos no lineales, no es el pasado el que nutre y da sentido al presente. Por el contrario, es el presente, a través de sus aprendizajes y descubrimientos, de sus logros y conquistas

de toda índole, el que ilumina el pasado y con ello, lo modifica constantemente – en la medida misma en que el presente es vivo, crece y se desarrolla.

En efecto, es el presente el que alimenta, con nuevos conceptos, nuevas discusiones, nuevos descubrimientos, nuevas interpretaciones, al pasado. Pero con ello, al mismo tiempo, arroja nuevas y distintas luces sobre el futuro: sobre el futuro posible tanto como probable.

El pasado, por consiguiente, es un sistema abierto, y en absoluto cerrado, como lo sostiene, abierta o tácitamente, la filosofía de la historia clásica y predominante. En efecto, cada generación reinventa, redescubre y reescribe la historia. Y la historia es, acertadamente, historia a largo plazo, de larga duración.

Con ello, a la vez, es el presente el que inaugura, anticipa, proyecta, inventa o descubre futuros, a cada paso, en cada momento en que el presente existe y se despliega. De esta suerte, el futuro no sucede, en manera alguna, de forma inequívoca y fatalista. Por el contrario, el futuro permanece abierto, esencialmente indeterminado, y se determina con las acciones y la decisiones que el presente toma – como puede. Ciertamente que los seres humanos hacen la historia, pero no siempre la hacen como quisieran. Pero también es verdad que la historia sucede de modo no teleológico: esto es, no existe un fin *-telos-* (pre)determinado en la historia, pues ésta sucede siempre contingentemente. La contingencia hace referencia, así, al carácter

abierto y no necesario, es decir, no fatal(ista) y determinista de la historia: es decir, del futuro.

Pero si ello es así entonces toda la carga de la historia recae en la capacidad creativa, inventiva, de apuesta, de riesgo y de adaptación que los seres humanos pueden tener –todos ellos, temas por antonomasia de la complejidad– de la historia y del mundo. La historia es, de esta manera, una gran apuesta de la existencia en la que ésta se hace posible a sí misma, de tantas maneras como quepa imaginar, y en muchas ocasiones incluso improvisando o aprovechando las oportunidades –por definición, intrínsecamente aleatorias– que los seres humanos pueden entrever o crear. La historia, al fin y al cabo, es el gran nombre de la libertad, la cual nunca está garantizada de una vez y para siempre, pues en los juegos y apuestas de la libertad, muchas veces es la vida misma la que se encuentra en juego – o en riesgo.

Tres tipos de sistemas sociales

A esta altura se impone, y es posible a la vez, una observación importante que tiene que ver con los sistemas sociales. Las ciencias sociales y humanas nacieron con la pretensión de ocuparse de los sistemas sociales, los cuales eran –y son, aún– eminentemente humanos; como si no existiera otra clase de sistemas sociales. Pues bien, la complejidad del mundo y la naturaleza permite sostener, sin ambages, que existen en realidad tres clases de sistemas sociales,

así: naturales, humanos y artificiales. En el primer grupo, se trata, por ejemplo, de los ecosistemas naturales, de sistemas planetarios; en el segundo caso, son los sistemas sociales humanos en el sentido habitual de la palabra, y de los cuales se ocupan ciencias y disciplinas como la economía y la sociología, la antropología y la política, entre otras; finalmente, en el tercer tipo se hallan los sistemas posibles gracias a las nuevas tecnologías, tales como sistemas expertos, redes de información y comunicación, en fin, incluso sistemas eléctricos y electrónicos, para no mencionar el más importante de todos: internet.

Pues bien, esta idea tiene dos derivaciones inmediatas: de un lado, es el reconocimiento explícito de que no existe una única clase de sistemas sociales, lo cual tiene para el estatuto social, pedagógico, epistemológico y político de las ciencias sociales serias repercusiones. En verdad, intentar algo así como una teoría de las organizaciones, o una explicación de fenómenos, dinámicas y estructuras sociales sin incorporar al mismo tiempo a los otros dos tipos de sistemas sociales es bastante poco y muy limitado. Y la segunda derivación es el hecho de que el lugar en el que existen simultáneamente y se refuerzan los tres tipos de sistemas sociales es la ciudad. Un término más adecuado para designar a la ciudad es el de *ekística*, que es la disciplina que se ocupa de los asentamientos humanos en los que la interacción entre naturaleza, geografía, historia, urbanismo y estética, entre otras dimensiones, se implican necesaria y recíprocamente.

La interdisciplinariedad constituye el primer rasgo definitorio del estudio como los tres tipos de sistemas sociales coexisten en un mismo lugar y tiempo.

En verdad, el estudio de los fenómenos sociales ya no es única o principalmente el patrimonio de las ciencias sociales y humanas, y ciertamente no si se las mira con los ojos de esa tradición que se funda en el siglo XIX y comienzos del siglo XX, en contraposición y como especificidad relativa con las ciencias llamadas naturales, o exactas o positivas. En el marco de la comprensión integrada, cruzada, interdisciplinaria, transversal de las ciencias y las disciplinas, del mundo y la naturaleza, estas separaciones y jerarquías resultan desuetas, sino, al cabo, arcaicas de cara a la investigación de punta.

En efecto, sostener la división de las ciencias y disciplinas –por ejemplo en la forma de especializaciones y demás– equivale en realidad a afirmar la división misma de la sociedad, la jerarquía de una formas de pensamiento y de vida sobre otras.

Con seguridad, este es el principal baluarte de las ciencias de la complejidad, a saber: se trata de un esfuerzo denodado por superar, de un lado, la idea de origen platónico-aristotélico de jerarquías de formas de conocimiento –y que no es sino la expresión abstracta que se traduce en el plano humano como las jerarquías de unos seres humanos sobre otros. Y de otra parte, la idea de que existen unas formas de

conocimiento mejores –por ejemplo, más rigurosas, o más exactas, y demás– que otras. Esta idea tiene también consecuencias nefastas cuando se la traduce al lenguaje de los tipos de seres humanos que acarrea esa idea, pues afirma por vía indirecta que hay unos seres humanos mejores que otros. Las derivaciones políticas y sociales de esta idea son negativas.

Pues bien, la posibilidad de superar la jerarquización y la consiguiente separación de formas de conocimiento significa reconocer que el conocimiento avanza por muchos mejores caminos en términos de cooperación, aprendizaje recíproco, respeto común y adaptación de nuevos lenguajes, métodos, aproximaciones y explicaciones entre las ciencias, las disciplinas y las artes. El título clásico –propio de los años 1960– con el que se identificó a esta cooperación y aprendizaje fue el de *inter, trans y multidisciplinariedad*. Hoy en día, el concepto es el de *ciencias de frontera*, posibles a partir de problemas de frontera. La complejidad es una de estas ciencias de frontera con investigación a largo plazo y de gran envergadura.

Un aspecto de la ciencia de punta actual: la computación

Existe un elemento cultural de la máxima importancia para el trabajo en ciencias de la complejidad, pero con ello, también para el desarrollo social y humano en general. Se trata del conocimiento de, y el trabajo con, el computador. Sin lugar a dudas, la

computación constituye una herramienta conceptual sin la cual los procesos de comprensión y de acción –en toda la línea de la palabra– resultan mucho más difíciles y problemáticos que nunca antes en la historia de la humanidad.

El computador es, supuesta la ferretería –*hardware*–, el trabajo, principalmente, con lenguajes de programación –*software*–. Pues bien, los lenguajes de programación son cerrados o abiertos. Los primeros hacen referencia a todos aquellos lenguajes patentados y por los que hay que pagar (en ocasiones) un (alto) precio para adquirirlos (licencias) y para poder trabajar con ellos. Además, se encuentran los programas de fuente abierta –*open source*–, tales como Unix, Linux, Open Source, Open Office, y otros.

Pues bien, los lenguajes de programación trabajan, básicamente sobre dos tipos de fenómenos: de un lado, programación de objetos y, de otra parte, está el trabajo con series y procesos. En el primer caso, en realidad, se trata de computación gráfica, que tiene una alta importancia educativa y pedagógica. En el segundo caso, se trata del trabajo con modelamiento y simulación.

Aprender lenguajes de programación es una actividad tan fácil que se aprende en cursos organizados por horas (30, 60, 90, 120... horas), según las necesidades y el tiempo de cada quien. La base, hoy en día, para los lenguajes de programación es Java. Y

el aprendizaje se hace análogamente a cualquier otro idioma extranjero (inglés, francés, alemán, italiano, mandarín...) que se está aprendiendo. (En el lenguaje común y corriente de ingeniería se dice que aprender lenguajes de programación consiste simplemente en “cacharrear”, una expresión local para decir: aprendizaje por ensayo-error).

Es imposible entender, y trabajar con, ciencia, tecnología y pensamiento de punta en el mundo contemporáneo, sin atravesar, por así decirlo, por el computador y, más específicamente, por la computación. Que es, trabajar, de alguna manera, con lenguajes de programación.

Con total seguridad, las ciencias de la complejidad son el resultado del desarrollo del computador y la computación. Pero a su vez han contribuido de manera significativa al propio desarrollo de la computación. Así, si la ciencia clásica fue, notablemente, el resultado concomitante de dos herramientas matemáticas –el cálculo y la estadística–, las ciencias de la complejidad resultan de e influyen sobre la computación.

En efecto, el cálculo es una herramienta matemática idónea para tratar con sistemas continuos (*smooth*, en inglés), y por su parte, la estadística es la herramienta apropiada para tratar con promedios y estándares, y grandes conjuntos de elementos. En otros términos, el cálculo sirve cuando se trata de estudiar

tendencias, y la estadística es la herramienta para identificar las matrices y vectores de las mismas.

Sin embargo, las herramientas propias de las ciencias de la complejidad son útiles para explicar los cambios súbitos, imprevistos e irreversibles de las tendencias y vectores considerados. Las nuevas herramientas de la modelación y la simulación resultan bastante más propicias puesto que, en toda la línea de la palabra, los fenómenos, proceso, sistemas y circunstancias caracterizados por complejidad creciente y no-linealidad son esencialmente catastróficos.

Más exactamente, la computación resulta la herramienta conceptual idónea para entender que los fenómenos, problemas y dinámicas del mundo que no se entienden y resuelven única o principalmente por vía analítica, esto es, dividiéndolos, fragmentándolos. Cuando el análisis resulta limitado o insuficiente, las ciencias de la complejidad enseñan a pensar en términos de síntesis. Pues bien, pensamos en términos sintéticos cuando juntamos o reunimos cosas y fenómenos de tal suerte que mediante la unión o conjunción resulta mucho más fácil entenderlas y actuar con y sobre ellas que simplemente dividiéndolas. En resumen, la computación es la herramienta cultural que permite pensar, dados los nuevos procesos, dinámicas y estructuras de complejidad creciente del mundo contemporáneo, en términos de síntesis y no ya simple y llanamente de análisis. De cara a las nuevas realidades sociales del mundo de

hoy, este reconocimiento resulta de la mayor envergadura.

Los pueblos, las sociedades, las organizaciones y los colectivos que requieran pensar, vivir y actuar en términos de síntesis –unión, conjunción, complementariedad; en otras palabras, no ya selección, sino cooperación– encuentran en el computador y en la computación (de manera puntual: en el modelamiento y la simulación) las mejores ayudas con relación a estructuras, dinámicas y procesos caracterizados como complejos: es decir, como no-lineales.

La no-linealidad no es un invento contemporáneo, pues aparece ya entrevista, por tanto de manera incipiente, tanto por Newton como por Leibniz, los padres del cálculo. Pero el desarrollo del computador y de la computación sí permite trabajar activamente, de manera consciente, con sistemas, fenómenos y dinámicas no-lineales.

Un sistema se dice que es no-lineal cuando un problema exige más de una solución para su resolución, y se está obligado a trabajar con él n número de soluciones disponibles. En otras palabras, cuando se habla de no-linealidad no es posible, en absoluto, pensar y trabajar en términos de maximización, optimización o segundas mejores alternativas (*second best*, “plan B”, y otras estrategias similares, incluyendo herramientas lineales como la prospectiva y otras semejantes). En otras palabras, no se puede escoger una solución

(cualquiera) de la serie de n soluciones que contiene o implica un comportamiento o un problema dados.

Un problema, situación o fenómeno se dice que es no-lineal, por tanto, cuando para entenderlo y/o resolverlo se tiene más de una solución posible y se está obligado a trabajar con todas y cada una de las soluciones, a la vez. Esto, desde luego, implica el reconocimiento explícito de que no todas las situaciones ni problemas son no-lineales. Por derivación, las ciencias de la complejidad no afirman, en absoluto que el mundo entero, la naturaleza y la sociedad son complejos, pues existe también lo simple y lo complicado. De hecho, una teoría que lo explica todo no explica nada: en eso consiste exactamente la pseudo-ciencia, dos ejemplos conspicuos de ellos son la numerología y la astrología, aunque muchos otros pueden y deberían nombrarse.

En efecto, existen muchos problemas que son lineales, y para ellos existen herramientas tradicionales –habituales digamos– en los que la estadística, la maximización, el cálculo mismo, la priorización y la jerarquía, por ejemplo, son idóneos. En estos casos, no se trata de crear nuevas herramientas, de elaborar otros tipos de inferencias, en fin, de pensar en nuevos abordajes o aproximaciones. Por el contrario, cuando se tienen problemas no-lineales, es indispensable pensar en términos no-triviales. Dos formas apropiadas de referirse a este pensar no trivial son, de un lado, el uso de la computación con sus herra-

mientas de simulación; y de otra parte, el recurso a experimentos mentales, pompas de intuición, fantasía y el trabajo con mundos posibles – notablemente con la ayuda de las lógicas no-clásicas.

Pues bien, el computador es la herramienta conceptual desarrollada por nuestro mundo que permite trabajar activamente y, literalmente, ver la no-linealidad. Pero antes que ver en esta idea un reduccionismo de tipo computacional, cabe pensar en su contraparte, por así decirlo: los experimentos mentales y el papel de la fantasía y el juego. Al fin y al cabo es imposible llamarse investigador y ser científico, por ejemplo, sin la capacidad de imaginar mundos posibles, situaciones posibles, en fin, alternativas al mundo, a la realidad y a la sociedad actual: esa que es y está ahí afuera.

Así, las ciencias de la complejidad tienen el mérito grande de apostarle a mundos posibles –por definición, mejores– que a la simple descripción y observación del mundo real. Mundo real: status quo; mundos posibles: cambios sociales, culturales y políticos. Mundo real: afirmación del estado de cosas habido y heredado que reposa en su propio pasado; mundos posibles: un llamado a la creatividad, el aprendizaje, el riesgo y la innovación. Al fin y al cabo, el mundo real está obcecado con el control del riesgo. La ciencia revolucionaria no desconoce el control del riesgo, pero se concentra más bien en horizontes mejores, con mayor y mejor calidad de vida y dignidad de la vida.

Para terminar, lo desarrollado hasta acá son apartes fundamentales –resumidos– de las ciencias de la complejidad, las cuales, cultural, social, educativa, políticamente, son aún muy jóvenes; pero su crecimiento y desarrollo es incontestable. Basta con echar una mirada a lo mejor de la ciencia y la investigación de punta en el mundo. Y alrededor nuestro.

Addenda: I:

Para continuar o profundizar este estudio, sirven como introducciones a la complejidad, además de la bibliografía indicada al final, los siguientes textos (me concentro aquí, dado el carácter de la Colección “Mis primeros pasos”, en referencias existentes en español) (omito deliberadamente la referencia a textos técnicos):

Gell-Mann, M., (1996). *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*. Barcelona: Tusquets.

Gleick, J., (1987). *Caos: la creación de una ciencia*. Barcelona: Seix Barral.

Pagels, H., (1991). *Los sueños de la razón. El ordenador y los nuevos horizontes de las ciencias de la complejidad*. Barcelona: Gedisa.

Prigogine, I., y Stengers, I., (1983). *La nueva alianza. Metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza.

Solé, R., (2009). *Redes complejas: del genoma a Internet*. Barcelona: Tusquets.

Terradas, J., (2006). *Biografía del mundo. Del origen de la vida al colapso ecológico*. Barcelona: Destino.

Vivanco, M., (2010). *Sociedad y complejidad. Del discurso al modelo*. Santiago de Chile: LOM/Universidad de Chile.

Watts, D. J., (2006). *Seis grados de separación: la ciencia de las redes en la era del acceso*. Barcelona: Paidós.

Por otra parte, se encuentran diversos materiales en:

<http://www.carlosmaldonado.org>

Addenda: II:

Algunas reflexiones e interrogantes se derivan de este texto y pueden alimentar, ocasionalmente, posteriores desarrollos en el orden teórico y práctico:

¿Puede decirse que las revoluciones científicas tienen todas la misma forma, el mismo patrón, o bien adoptan formas y comportamientos diversos? Esto pensando en la analogía entre revolución científica y revolución social y política.

La idea de complejizar el mundo, la naturaleza y la sociedad, ¿puede asimilarse a hacer mejor el mundo, o bien aprovechar las contingencias y interrupciones, por definición imprevistas, por parte de los diversos actores de la sociedad? ¿Es necesario que haya oposición entre ambas alternativas?

El lenguaje es una forma de acción sobre el mundo. Así, ¿las dificultades para decir lo nuevo con palabras nuevas; o bien, de expresar viejas ideas, altamente sugestivas, con términos nuevos; o incluso también, la de acuñar conceptos, expresiones y giros que correspondan a nuevas dinámicas y nuevas estructuras – todo ello, no es asunto en el que coinciden artistas y científicos, activistas y filósofos y políticos, por ejemplo, entre muchos otros? ¿Cómo educar y comunicar nuevos horizontes en medio de este problema?

El concepto de complejidad no se asimila, en modo alguno, a “difícil”, “complicado”, “duro”, “tenaz” y otros semejantes. Es decir, “complejo” no debe ni puede ser usado como adjetivo o como adverbio. ¿Puede usted explicar el concepto, y brindar algunos ejemplos?

En este texto se ha brindado una parte y algunos ejemplos del significado y el impacto social de las ciencias de la complejidad. Intente usted, por favor, realizar otros análisis acerca del impacto social y el significado de este tipo de ciencias, a partir de sus propias experiencias.

¿Puede decirse que el impacto social de una ciencia o disciplina se traduce automáticamente en un impacto político? Si es así, aporte algunos argumentos. En caso contrario explique y brinde algunos ejemplos.

Referencias bibliográficas

- Deutsch, D., (2012). *El comienzo del infinito. Explicaciones que transforman el mundo*. Biblioteca Buridán.
- Gabbay, D. M., Thagard, P., Woods, J., Hooker, C. A., (Eds.), (2011). *Philosophy of Complex Systems*. Vol. 10 (Handbook of the Philosophy of Science). North Holland.
- Gros, F., (2012). *Les mondes nouveaux de la biologie*. Paris: Odile Jacob.
- Jablonka, E., and Lamb, M. J., (2006). *Evolution in Four Dimensions. Genetic, Epigenetic, Behavioral, and Symbolic Variation in the History of Life*. Cambridge, MA/London: The MIT Press.
- Kuhn, Th., (1998). *Estructura de las revoluciones científicas*. México: F. C. E.
- Maldonado, C. E., (2013). "Pensar la complejidad con la ayuda de las lógicas no-clásicas", en: L. Rodríguez (Coord.), *La emergencia de los enfoques de complejidad en América Latina*, Buenos Aires (en prensa).
- Maldonado, C. E., (2012). "Las Revoluciones Científicas y los Estudios CTS como Unidad de Ciencia: Sus alcances para América", en: <http://thelos.utem.cl/2012/12/las-revoluciones-cientificas-y-los-estudios-cts-como-unidad-de-ciencia-sus-alcances-para-america/>
- Maldonado, C. E., (2011). *Termodinámica y complejidad. Una introducción para las ciencias sociales y humanas*. Bogotá: Ed. Desde Abajo (2ª Ed.).

Maldonado, C. E., Gómez-Cruz, N., (2011). *El mundo de la ciencias de la complejidad*. Bogotá: Ed. Universidad del Rosario.

Smolin, L., (1997). *The Life of the Cosmos*. New York/Oxford: Oxford University Press.

Stewart, I., (1998). *Life's Other Secret. The New Mathematics of the Living World*. John Wiley & Sons, Inc.

Zwirn, H. P., (2006). *Les systèmes complexes. Mathématiques et biologie*. Paris: Odile Jacob.

Para la diagramación se utilizaron los caracteres
Century Schoolbook y Times New Roman
Marzo de 2013

El conocimiento es un bien de la humanidad.
Todos los seres humanos deben acceder al saber.
Cultivarlo es responsabilidad de todos.